

TNO-rapport
TM-96-A038

titel
**Beoordeling motorpak BMW ten behoeve
van de Koninklijke Marechaussee**

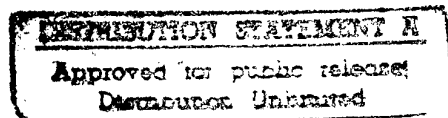
TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

auteurs
**G. Havenith
J.A. Kistemaker**

datum
23 september 1996



Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's : 17 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

© 1996 TNO

19970212 045

DTIC QUALITY INSPECTED 8



REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0178	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A038
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 789.2	5. CONTRACT NUMBER A96/KL/346	6. REPORT DATE 23 September 1996
7. NUMBER OF PAGES 17	8. NUMBER OF REFERENCES 3	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Beoordeling motorpak BMW ten behoeve van de Koninklijke Marechaussee (Evaluation of a BMW motorcycle suit for use by the Royal Netherlands Marechaussee)		
11. AUTHOR(S) G. Havenith and J.A. Kistemaker		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) By request of DMKL, department BVC&PGU, a motorcycle suit brand BMW, which was adapted for use by the Royal Netherlands Marechaussee, was tested for rain protection, cold protection (winter), heat load (summer), ergonomics and visibility. For this purpose the suit was exposed in a laboratory situation to rain combined with wind, to a climate of -8°C with wind, and to 27°C with sun respectively. It was also evaluated for ergonomical design and visibility by two experts. For reasons of comparability with earlier tests, a reference suit, which was not under consideration for procurement, was tested together with the BMW suit. The BMW suit appeared to be of very good quality. For continuous use, the major problem was the large water uptake of the suits outer layers. This can lead to strong cooling of the wearer. Improved water repellency and openings along the hem to let water escape from the space between outer layer and Goretex [®] liner may improve the situation. With the Z-liner construction used, this problem cannot completely be eliminated, however. Only a coated or laminated outer layer may succeed in this (as in the reference suit). A second problem with rain protection is the additional collar. This leaves too many openings, which results in water leakage into the suit. A large fixed collar, or a longer fixation zipper together with a wider overlap of the Velcro fastener should improve the water tightness. The cold protection of the suit was sufficient for the test duration. For longer exposures (working day) or colder climatic circumstances, additional undergarments are necessary. This should be considered when the users select the sizes. In warm circumstances the suit will be experienced as very warm, which is due to the fixed liner which prevents a reduction in thickness for summer use. Due to the use of the Z-liner construction, this problem is difficult to solve as the number of layers can hardly be reduced. The suits design and the location of the shock absorbers seems to be good. Small details can be improved. The suits visibility (day and night) is good, be it that the distribution of retro-reflective material over the two side areas can be improved.		
16. DESCRIPTORS Cold Ergonomics Motorcycle Clothing Protective Clothing Visibility		
IDENTIFIERS		
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : Beoordeling motorpak BMW ten behoeve van de Koninklijke Marechaussee
auteurs : Drs. G. Havenith en ing. J.A. Kistemaker
datum : 23 september 1996
opdrachtnr. : A96/KL/346
IWP-nr. : 789.2
rapportnr. : TM-96-A038

Op verzoek van DMKL, afdeling BVC&PGU is een motorpak, merk BMW*, dat voor de Koninklijke Marechaussee is aangepast, getest op de aspecten regenbescherming, koudebescherming (winter), warmtebelasting (zomer), ergonomie en opvallendheid. Daartoe is het pak in een laboratoriumsituatie blootgesteld aan respectievelijk regen met wind, aan een klimaat van -8°C met wind, aan 27°C met zon, en is door twee experts beoordeeld op ergonomie en opvallendheid. Voor eventuele vergelijking met eerdere testen is een referentiepak meegenomen in de testen, dat echter niet voor aanschaf overwogen wordt.

Het geteste BMW pak blijkt een kwalitatief zeer goed pak, dat echter voor continu gebruik als belangrijkste probleem in de regen een te hoge vochtopname door het buitenmateriaal heeft. Deze kan leiden tot overmatige afkoeling van de drager. Verbeterde waterafstotendheid van het buitenmateriaal en eventueel openingen bij de zoom voor de afvoer van water dat onder de buitenlaag komt kunnen hierin tot verbetering leiden. Met de huidige Z-liner constructie zal dit probleem echter altijd een rol blijven spelen. Alleen bij een gecoate of gelamineerde buitenlaag is deze wateropname sterk te verlagen (referentiepak).

Een tweede probleem bij de waterdichtheid vormt de halsafsluiting. De grote afdekflap sluit niet altijd goed af, hetgeen tot inregenen leidt. Een vaste kraag, of een verder doorlopende rits van de afdekflap, samen met een groter sluitbereik van het klitteband kan op dit punt een verbetering geven.

De koudebescherming van het pak was voor de testduur voldoende. Voor langdurig gebruik (werkdag) in extreme kou zal de onderkleding voor aanvullende isolatie moeten zorgen. Bij het uitreiken van de pakken moet erop gelet worden dat de pakken voldoende ruim zijn om extra onderkleding te dragen.

In de zomer zal het pak, mede door de vaste voering, als zeer warm ervaren worden. In de huidige constructie met een aparte, ingenaaide, waterkerende Z-liner is hier weinig aan te doen omdat het aantal materiaallagen nauwelijks verminderd kan worden.

Het model van het pak en de plaatsing van de valbescherming lijkt goed. Kleine details kunnen nog verbeterd worden.

De opvallendheid is goed, zij het dat de verdeling van de retroreflectie over de zijkanten kan worden verbeterd.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
2 MATERIALEN	5
3 REGENBESCHERMING	5
3.1 Opstelling en methode	5
3.2 Resultaten	6
4 PASVORM EN ERGONOMIE	8
5 KOUDEBESCHERMING	10
5.1 Methode	10
5.2 Resultaten koudebescherming	11
6 WARMTEBELASTING	12
6.1 Methode	12
6.2 Resultaten	13
7 OPVALLENDHEID	13
7.1 Methode	13
7.2 Resultaten	14
8 CONCLUSIES	15
REFERENTIES	17

Rapport nr.: TM-96-A038

Titel: Beoordeling motorpak BMW ten behoeve van de Koninklijke Marechaussee

Auteurs: Drs. G. Havenith en ing. J.A. Kistemaker

Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd.: Werkomgeving

Datum: september 1996

DO Opdrachtnummer: A96/KL/346

Nummer in MLTP: 789.2

SAMENVATTING

Op verzoek van DMKL, afdeling BVC&PGU is een motorpak, merk BMW*, dat voor de Koninklijke Marechaussee is aangepast, getest op de aspecten regenbescherming, koudebescherming (winter), warmtebelasting (zomer), ergonomie en opvallendheid. Daartoe is het pak in een laboratoriumsituatie blootgesteld aan respectievelijk regen met wind, aan een klimaat van -8°C met wind, aan 27°C met zon, en is door twee experts beoordeeld op ergonomie en opvallendheid. Voor eventuele vergelijking met eerdere testen is een referentiepak meegenomen in de testen, dat echter niet voor aanschaf overwogen wordt.

Het geteste BMW pak blijkt een kwalitatief zeer goed pak, dat echter voor continu gebruik als belangrijkste probleem in de regen een te hoge vochtopname door het buitenmateriaal heeft. Deze kan leiden tot overmatige afkoeling van de drager. Verbeterde waterafstotendheid van het buitenmateriaal en eventueel openingen bij de zoom voor de afvoer van water dat onder de buitenlaag komt kunnen hierin tot verbetering leiden. Met de huidige Z-liner constructie zal dit probleem echter altijd een rol blijven spelen. Alleen bij een gecoate of gelamineerde buitenlaag is deze wateropname sterk te verlagen (referentiepak).

Een tweede probleem bij de waterdichtheid vormt de halsafsluiting. De grote afdekflap sluit niet altijd goed af, hetgeen tot inregenen leidt. Een vaste kraag, of een verder doorlopende rits van de afdekflap, samen met een groter sluitbereik van het klitteband kan op dit punt een verbetering geven.

De koudebescherming van het pak was voor de testduur voldoende. Voor langdurig gebruik (werkdag) in extreme kou zal de onderkleding voor aanvullende isolatie moeten zorgen. Bij het uitreiken van de pakken moet erop gelet worden dat de pakken voldoende ruim zijn om extra onderkleding te dragen.

In de zomer zal het pak, mede door de vaste voering, als zeer warm ervaren worden. In de huidige constructie met een aparte, ingenaaide, waterkerende Z-liner is hier weinig aan te doen omdat het aantal materiaallagen nauwelijks verminderd kan worden.

Het model van het pak en de plaatsing van de valbescherming lijkt goed. Kleine details kunnen nog verbeterd worden.

De opvallendheid is goed, zij het dat de verdeling van de retroreflectie over de zijkanalen kan worden verbeterd.

Evaluation of a BMW motorcycle suit for use by the Royal Netherlands Marechaussee

G. Havenith and J.A. Kistemaker

SUMMARY

By request of DMKL, department BVC&PGU, a motorcycle suit brand BMW*, which was adapted for use by the Royal Netherlands Marechaussee, was tested for rain protection, cold protection (winter), heat load (summer), ergonomics and visibility. For this purpose the suit was exposed in a laboratory situation to rain combined with wind, to a climate of -8°C with wind, and to 27°C with sun respectively. It was also evaluated for ergonomical design and visibility by two experts. For reasons of comparability with earlier tests, a reference suit, which was not under consideration for procurement, was tested together with the BMW suit.

The BMW suit appeared to be of very good quality. For continuous use, the major problem was the large water uptake of the suits outer layers. This can lead to strong cooling of the wearer. Improved water repellency and openings along the hem to let water escape from the space between outer layer and Goretex* liner may improve the situation. With the Z-liner construction used, this problem cannot completely be eliminated, however. Only a coated or laminated outer layer may succeed in this (as in the reference suit). A second problem with rain protection is the additional collar. This leaves too many openings, which results in water leakage into the suit. A large fixed collar, or a longer fixation zipper together with a wider overlap of the Velcro fastener should improve the water tightness.

The cold protection of the suit was sufficient for the test duration. For longer exposures (working day) or colder climatic circumstances, additional undergarments are necessary. This should be considered when the users select the sizes.

In warm circumstances the suit will be experienced as very warm, which is due to the fixed liner which prevents a reduction in thickness for summer use. Due to the use of the Z-liner construction, this problem is difficult to solve as the number of layers can hardly be reduced.

The suits design and the location of the shock absorbers seems to be good. Small details can be improved.

The suits visibility (day and night) is good, be it that the distribution of retro-reflective material over the two side areas can be improved.

1 INLEIDING

Via DMKL, afdeling BVC&PGU is door de Koninklijke Marechaussee een motorpak fabriek BMW aangeboden ter beoordeling. Dit motorpak is deels reeds door toekomstige gebruikers binnen de KMar getest, zij het dat dit met name in woon-werk verkeer en niet tijdens diensturen is gebeurd. Langdurig dragen bij vochtige omstandigheden en in de kou was, mede gezien de matige koude in de proefperiode, daarbij slechts beperkt aan de orde gekomen. Het verzoek aan TNO TM was om dit pak te testen vergelijkbaar met een eerdere evaluatie van motorpakken (Havenith e.a., 1996). Daarbij kwamen de aspecten: ergonomie, koudebescherming, warmtebelasting, regenbescherming en opvallendheid aan de orde. Deze testen werden nu ook voor het BMW pak uitgevoerd. Om, indien gewenst, het BMW pak met eerder geteste pakken te kunnen vergelijken zijn testmethoden zoveel mogelijk gelijk gehouden en is tevens één pak uit de eerdere beproeving als referentie ook in de onderhavige testen meegenomen. De nadruk zal bij de beschrijving van de resultaten op het BMW pak liggen.

2 MATERIALEN

Het BMW pak werd geregistreerd onder monster nummer TH100796, samen met de bijbehorende accessoires: BMW-helm, BMW handschoenen en BMW laarzen.

Het referentiepak was gelijk aan monster nummer 151295-C, code III-D uit de eerder uitgevoerde metingen (Havenith e.a., 1996), samen met de bijbehorende accessoires: helm KL en handschoenen KL.

Het BMW pak werd in de testen zoveel mogelijk in combinatie met de BMW accessoires getest. Daar daarvan slechts een maat geleverd was, zijn deze accessoires in diverse gevallen door alternatieven (KL-laarzen, rubber laarzen of Moonboots) vervangen. Waar dit van belang is zal het bij de deelresultaten worden genoemd.

3 REGENBESCHERMING

3.1 Opstelling en methode

Voor de experimenten naar de bescherming tegen regen is uitgegaan van de situatie tijdens rijden: een passieve motorrijder op een motor in een regenbui waarbij de (rij)wind de regen tegen hem aanblaast. De regenbeschermingsexperimenten werden uitgevoerd met één proefpersoon op een motor in een windtunnel in kunstmatig opgewekte regen. De omgevingstemperatuur was tijdens alle sessies 25°C, om de proefpersoon comfortabel te houden, bij een turbulente wind van 6–10 m·s⁻¹. De regen (ca. 12–15°C) werd opgewekt met sproeiers die gevoed werden met een nauwkeurig instelbare waterpomp. De regen sproeide dwars de windtunnel in en werd door de wind meegenomen en tegen de motor en berijder aangeblazen. Voor een klein deel sproeide water van de onderzijde om opspattend

water te simuleren. Alle regensessies besloegen 1 uur en waren onder te verdelen in een berekening van de voorzijde van de proefpersoon gedurende 15 min. met ca. 60 l water per uur. Daarna draaide de proefpersoon zich om en werd de achterzijde gedurende 5 minuten berekend, gevolgd door weer 10 min. de voorzijde. Dit werd gedaan omdat de achterzijde in de praktijk bij diverse weersomstandigheden natuurlijk ook berekend wordt. Tenslotte werd de proefpersoon het laatste half uur van de sessie met ca. 150 l water per uur besproeid, met dezelfde tijdsverdeling over voor- en achterzijde. De hoeveelheid regen is te vergelijken met forse regenbuien met water op de weg. De druppelgrootte van de regen was vergelijkbaar met die van echte regen. Het beregende oppervlak bedroeg ca. 2 m².

De proefpersoon werd geïnstrueerd het tijdstip waarop de eerste lekkage voelbaar was kenbaar te maken (voor elke nieuwe plek apart). Naderhand werd ook op basis van inspectie van de onderkleding het aantal lekken vastgesteld. Verder werden voor- en achteraf zowel de onderkleding als het motorpak gewogen om te bepalen hoeveel water door het motorpak was gelekt en hoeveel water door het motorpak was opgenomen.

Bij het referentiepak werden rubber handschoenen en laarzen gedragen, daar van de KL handschoenen reeds bekend was dat ze onvoldoende waterdicht waren en passende KL-laarzen niet beschikbaar waren.

3.2 Resultaten

Beide pakken lekken niet door het materiaal of de naden. Alle water dat doordringt naar de onderkleding is via de openingen binnengekomen. Dat is meer voor het BMW pak dan voor het referentiepak (128 vs. 71 g). Bij het BMW pak blijkt name de hals kwetsbaar daar de dubbele flap veel openingen laat. Een enkele hoge kraag (evt. omklapbaar voor de warmte en vast te zetten tegen flapperen) biedt betere afdichting (referentiepak en test motorpakken KL). Het water dat bij het BMW pak door de hals binnendringt zorgt ook voor natte binnenzakken.

De mouwafsluiting van het BMW pak is goed. De handschoen is met de kap tussen de elastieken afsluiter en de buitenlaag gedragen en sloot goed af. Om de mouw hierbij goed te kunnen sluiten mag de kap van de handschoen niet te dik zijn. Bij de huidige handschoen is dat goed passend. Bij het referentiepak is het dragen van de mouw over de handschoen moeilijk. Daar dient de handschoen zelf voor een goede afsluiting te zorgen. Het dragen van handschoenen over de mouwen betekende veel water in de handschoen via de kapopening.

Het BMW pak bleek door zijn Z-liner constructie (een losse regenkerende voering tussen binnen- en buitenmateriaal van de jas) erg veel vocht op te nemen in de regentest (1459 gram!). Dit vocht hoopt zich op in de buitenlaag en tussen buiten- en Gore-laag. Bij deze vochthoeveelheden zou een kleine opening (oog) bij de zoom zinvol zijn om dit vocht beter af te voeren. De onderranden van jas en broek zijn beide door en door nat, hetgeen echter niet tot de persoon doordringt.

Het referentiepak neemt in totaal slechts 420 gram vocht op (369 g bij vorige test) hetgeen te danken is aan de laminaatconstructie waarbij geen water door het buitenmateriaal kan dringen.

De buitenzakken van de jassen zijn goed waterdicht. De binnenzak van het BMW pak wordt nat via de hals. De broekzakken van het BMW pak zijn niet waterdicht (Tabel II).

Tabel I Resultaten op de waterdichtheidsproef.

		gewicht voor (g)	gewicht na (g)	toename (g)	restvocht na 1 dag drogen (g)
BMW pak	motorjas	2110	2958	848	57
	motorbroek	1739	2350	611	32
	bloes	538	633	95	—
	broek	675	708	33	—
	sokken	123	126	3	—
	laarzen	1597	1723	126	92
	handschoenen	249	607	358	138
	helm	1519	1680	161	—
Referentie pak	motorjas	1919	2197	278	—
	motorbroek	1135	1277	142	—
	bloes	664	731	67	—
	broek	710	714	4	—
	sokken	128	132	4	—
	laarzen	1480	1484	4	—
	handschoenen	173	200	27	—
	helm	1348	1388	40	—

Tabel II Wateropname van testdoeken in zakken tijdens regentest.

zaklocatie	wateropname testdoeken (g) BMW-pak	wateropname testdoeken (g) referentiepak
rechterbroekzak	68	n.v.t.
linkerbroekzak	74	n.v.t.
rechterjaszak	1	1
linkerjaszak	1	1
borstzak	1	n.v.t.
linkerbinnenzak	35	0
rechterbinnenzak	1	0

Door de grote vochtopname droogt het BMW pak lang. Na 24 uur waren de randen nog vochtig. Gezien de ervaringen met de KL-parka met Z-liner is dit ontwerp voor toepassingen waarbij men langdurig in vochtige omstandigheden verkeert slechts beperkt geschikt. De natte buitenlaag leidt op den duur tot discomfort. Tevens zal ook de binnenzijde langzaam vochtig worden doordat als het pak niet gedragen wordt ook damp naar binnen stroomt. Bij het verstrekken van meerdere pakken per persoon zal dat laatste minder problemen geven omdat het pak voor hergebruik volledig kan drogen.

De BMW handschoenen vertonen hetzelfde probleem. Deze houden de handen droog bij de gekozen draagwijze, maar nemen in de buitenlagen extreem veel vocht op. Na 24 uur zijn ze nog steeds nat en ook na 48 uur voelen ze nog klam. Dan is ook de binnenzijde vochtig geworden door damptransport naar binnen.

De BMW laarzen houden de voeten goed droog. Ook deze nemen vocht op, maar dat is beperkt. Goede behandeling van de laarzen is essentieel. Een verkeerd vochtwerend middel kan de dampdoorlatende functie van de erin verwerkte Gore membraan teniet doen.

Bij de BMW helm blijkt zich water op te hopen in het kinstuk. Dit is niet hinderlijk voor de drager, maar als deze naar boven kijkt blijkt dit zich te ledigen op de halsopening, die dan zwaar belast wordt. Duidelijk stroomt dan water in de hals naar binnen.

4 PASVORM EN ERGONOMIE

De pasvorm werd bepaald aan de hand van een "expert's opinion". Één persoon heeft de kleding aangetrokken, waarna deze door de persoon in kwestie en een tweede onderzoeker werd beoordeeld op het aan- en uittrekgemak, pasvorm, verstelbaarheid, valbescherming, plaatsing van de retroreflectie en functionaliteit. Hierbij dient te worden opgemerkt dat plussen en minnen niet zo maar kunnen worden opgeteld, omdat niet alle punten van de checklist even zwaar zullen wegen in de beoordeling van de pakken. Voor de gegevens van het referentiekpak wordt verwezen naar de eerdere rapportage. De resultaten zijn weergegeven in Tabel III en IV.

Tabel III Checklist met punten waarop de **broek** van het BMW pak is beoordeeld wat betreft diverse "ergonomie"-aspecten.

broek	oordeel	commentaar
• aantrekken	+	brede gulp levert goede instap; pijpen wijd door lange beenrits; dubbele loper beenrits heeft weinig functionaliteit
• uittrekken	+	
• pasvorm	+	
• verstelbaarheid heup	+/-	instellen heupomvang enigszins beperkt; geen probleem mits voldoende maten beschikbaar vernauwen pijpen goed door rits met klittebandflap
pijpen	+	
• plaats valbescherming heup knie	++ +	heupkussens goed ingesneden op knikpunten
• ophangmogelijkheden	--	geen goede ophanglus aanwezig, alleen riemogen aan buitenzijde
• zakken (aantal/ruimte)	+	2 ruime zakken (niet waterdicht; zie aldaar)
• retroreflectie rechterzijde linkerzijde	++ +	aan linkerzijde ontbreken fijne streepjes; onderbenen zonder reflectie
• draagwijze	over de laarzen	voldoende ruimte aanwezig

++ = zeer goed, + = goed, +/- = neutraal, - = slecht, -- = zeer slecht

Tabel IV Checklist met punten waarop de **jas** van het BMW pak is beoordeeld wat betreft diverse "ergonomie"-aspecten.

jas	oordeel	commentaar
• aantrekken	+	
• uittrekken	+	
• pasvorm	+ / ++	goede koppelbaarheid met elastisch deel aan rits; elastiek in rugdeel
• verstelbaarh./afdichting hals	-	grote afdekflap: klitteband overlapt onvoldoende; bij smalle hals sluit deze niet goed; zonder grote flap is hals te wijd open; combinatie van beide dicht onvoldoende af bij regen elastisch sluitouw labyrintsysteem bij pols werkt goed; handschoen hierop afstemmen (korte kap)!
middel armen	+ + / ++	
• plaats valbescherming schouder elleboog rug	++ + -	perfect geplaatst kan iets verschuiven bij smalle arm afwezig, wel pocket aanwezig
• ophangmogelijkheden	+	
• zakken (aantal/ruimte)	++	4 stuks buitenzijde, afgesloten met goed labyrintsysteem (rits, vouw en klitteband + drukknopen); 2 binnenzijde
• retroreflectie rechterzijde linkerzijde voor/achter	++ +/- +	aan linkerzijde alleen dunne lijn (zie tekst)

++ = zeer goed, + = goed, +/- = neutraal, - = slecht, -- = zeer slecht

5 KOUDEBESCHERMING

5.1 Methode

Voor de bepaling van de koudebescherming werd naar een "worst case" scenario gewerkt: Temperatuur ver onder het vriespunt met wind. De koudebescherming van de motorrijderskleding werd zodoende bepaald bij een omgevingstemperatuur van -8°C en een maximale wind in de windtunnel die ca. $6-10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ bedroeg. Deze combinatie van temperatuur en wind geeft een gevoelstemperatuur van ongeveer -14°C voor geklede mensen en van -20°C voor blote huid. Daar hierbij al een risico van bevriezing van blote huid aanwezig is zijn geen lagere temperaturen of hogere windsnelheden bruikbaar.

Gedurende één uur werden telkens twee proefpersonen tegelijk blootgesteld aan dit klimaat. In totaal droegen 4 proefpersonen ieder beide motorpakken. De kledingconfiguratie bestond voor alle proefpersonen uit ondergoed, basisgevechtspak, motorpak, handschoenen, militaire sokken, laarzen, balaclava en helm.

De proefpersonen zaten stil om zoveel mogelijk de houding op een motor na te bootsen. Met geijkte type T thermokoppels werden borst-, rug-, arm-, hand-, been- en voettemperaturen gemeten. De kerntemperatuur werd gemeten met een rectaalthermistor (YSI/700-series). Verder werd de proefpersonen gevraagd elke 10 minuten hun subjectieve thermisch comfort scores voor het gehele lichaam, en hun handen en voeten aan te geven (Tabel V).

Tabel V Scores om comfort- en temperatuursensatie aan te geven.

comfortsensatie		temperatuursensatie	
		zeer, zeer heet	10
			9
extreem oncomfortabel	8	zeer heet	8
	7		7
zeer oncomfortabel	6	heet	6
	5		5
oncomfortabel	4	warm	4
	3		3
een beetje oncomfortabel	2	een beetje warm	2
	1		1
comfortabel	0	niet warm, niet koel	0
			-1
		een beetje koel	-2
			-3
		koel	-4
			-5
		koud	-6
			-7
		zeer koud	-8
			-9
		zeer, zeer koud	-10

5.2 Resultaten koudebescherming

Over het geheel gezien verschillen beide pakken niet significant in isolatie. Zowel de gemiddelde huidtemperaturen als de comfortsensaties van de proefpersonen voor het lichaam als geheel komen aan het einde van de blootstelling overeen (gemiddelde huidtemperatuur 25°C, comfortsensatie "oncomfortabel", temperatuursensatie "koel" tot "koud"). Bij langdurige blootstelling in de praktijk aan deze temperaturen is dus wel beter isolerende onderkleding noodzakelijk.

Wel zijn lokale verschillen zichtbaar die op het ontwerp van de pakken terug te brengen zijn. Zo blijft het bovenlichaam in het referentiepak iets warmer dan in het BMW pak, hetgeen aan de extra isolerende voering in het referentiepak is toe te schrijven. Bij de benen blijkt het BMW pak juist warmer. Dit is daar standaard gevoerd, terwijl deze bij het referentiepak ontbreekt.

Als voor het BMW pak de diverse lichaamstemperaturen worden vergeleken (Fig. 1) dan is duidelijk dat de temperatuur van de handen en voeten het sterkste afneemt (subjectieve sensaties: koud tot zeer koud). Dit is een normaal verschijnsel, daar de extremiteiten moeilijk te isoleren zijn en het lichaam deze gebieden het eerst laat afkoelen. Koudeproblemen zijn dan ook het eerst op die plaatsen te verwachten. De door de Marechaussee gebruikte handvatverwarming zal dit probleem sterk verminderen. Voor de voeten is nog geen oplossing beschikbaar.

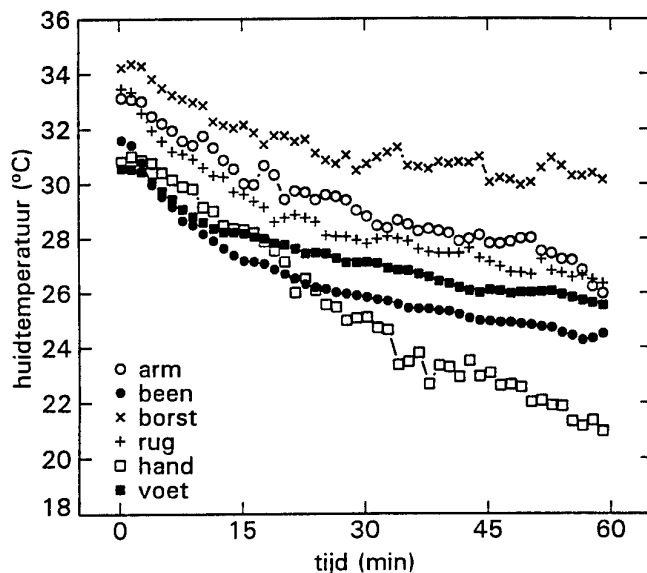


Fig. 1 Verloop van de verschillende huidtemperaturen tijdens de koudeblootstellingstest.

6 WARMTEBELASTING

6.1 Methode

De eerder uitgevoerde enquête onder KL en KMar motorrijders (Havenith en Kistemaker, 1994), liet zien dat het hun oude pak in de zomer te warm was om te dragen. Bij niet dragen komt echter de veiligheid in het gedrang. In het warmtebelastingsexperiment werd derhalve onderzocht of in een warm klimaat de kleding toch een acceptabel comfort biedt. Daarbij is gekeken naar de rij-perioden (warm, zon met wind) de stops (warm, zon), taken niet op de motor (warm, zon, arbeid) en een periode op de motor na die arbeid (warm, zon, wind).

In de klimaatkamers is daartoe een klimaat van 27°C en matige zonnestraling met een intensiteit van 0,5 kW·m⁻² ingesteld. De sessies duurden 1½ uur en het protocol voor deze sessies bestond uit drie periodes (15 min.) waarin men stil zat in de wind (rijden), afgewisseld met korte windstille periodes (5 min.; stops). Daarna werd gedurende een periode van 20 min. matige arbeid (60 W) geleverd. Tijdens de arbeid mocht de jas opengedaan, en de helm afgezet worden. Tenslotte werd nog 10 minuten stilgezeten in de wind (rijden). Het volledige protocol wordt schematisch weergegeven in Tabel VI.

Tabel VI Protocol voor het warmtebelastingsexperiment.

Kloktijd (min)	0	15	20	35	40	55	60	80	90
Conditie	wind	windstil	wind	windstil	wind	windstil	arbeid, windstil	wind	einde
Duur (min)	15	5	15	5	15	5	20	10	

Tabel VII Ervaren vochtigheidsscores.

vochtigheidssensatie	
	5
zeer droog	4
	3
droog	2
	1
neutraal	0
	-1
licht vochtig	-2
	-3
vochtig	-4
	-5
nat	-6
	-7
drijfnat	-8
	-9

Gemeten werden de gemiddelde huidtemperatuur (T_{huid}) en de temperatuur van de kern van het lichaam (T_{rect}) op gelijke wijze als in het koudebeschermingsexperiment. Daarnaast werd ook de relatieve vochtigheid met geijkte vochtsensoren (Philips) onder de kleding van het bovenlichaam gemeten. Vochtproductie en zweetverdamping per sessie werd bepaald door de proefpersonen naakt, de kleding en proefpersoon plus kleding vooraf en achteraf te wegen. Subjectieve comfort en temperatuursensaties (Tabel V) werden elke 10 minuten opgenomen, evenals de vochtsensatie (Tabel VII).

6.2 Resultaten

Beide pakken verschilden niet in lichaamstemperaturen. De kerntemperatuur liep niet op, de huidtemperatuur kwam uit op 34.9°C . Voor het totale lichaamscomfort lag het oordeel op "oncomfortabel", de temperatuursensatie op "warm", de vochtsensatie op "vochtig". Het BMW pak scoorde gemiddeld iets droger, hetgeen ook terug te vinden was in een lagere luchtvochtigheid onder de kleding (verschil ca. 5–10%), maar dit verschil was statistisch niet significant doordat dit niet bij alle proefpersonen aanwezig was. Een dergelijk verschil zou op basis van de betere dampdoorlatendheid van het BMW pak wel te verwachten zijn.

Hoewel de pakken dus te warm werden gevonden, vonden de proefpersonen dit gezien de veiligheidsaspecten van dit type kleding wel acceptabel. De testduur was ten opzichte van de praktijk natuurlijk wel aan de korte kant.

De handschoenen werden duidelijk te warm gevonden. Bij navraag blijkt de Marechaussee ook over aparte zomerhandschoenen te beschikken.

7 OPVALLENDHEID

7.1 Methode

Opvallendheid van de kleding is van groot belang voor de passieve veiligheid van de motorrijder. Opvallendheid is te splitsen in opvallendheid overdag en in het donker. De opvallendheid in het donker van de retroreflectie werd bepaald met een opstelling vergelijkbaar aan die gedefinieerd in EN 471 (1994). Hierbij wordt gekeken naar de retroreflectie zoals die zou worden gezien door een automobilist op een afstand van 100 meter. Bepalend hierbij is de observatiehoek tussen de koplamp, de motorrijder, en de ogen van de bestuurder ($\frac{1}{3}^{\circ}$). Voor de koplamp werd een diaprojector met telelens en uniforme lichtverdeling genomen.

De opvallendheid van de retroreflectie werd bepaald door observatie door een expert en verder werd het pak in diverse standen gefotografeerd vanuit de beeldhoek van een automobilist.

7.2 Resultaten

In Fig. 2 zijn de resultaten zichtbaar. Beide pakken zijn hier naast elkaar gezet in zittende positie en gefotografeerd van voren, achteren en opzij. De verschillende grijswaarden bij het BMW pak zijn veroorzaakt door de verschillende kleuren retroreflecterend materiaal (wit, rood, blauw), waarbij het witte de sterkste retroreflectie oplevert. Het BMW pak is duidelijk opvallender dan het referentiepak.

Het BMW motorpak is voorzien van brede retroreflecterende strepen. Deze dragen bij tot de opvallendheid in het donker, en gezien de kleurkeuze ook tot die overdag. In combinatie met de witte jas is de opvallendheid overdag dan ook vrij goed. De opvallendheid 's avonds is ook goed door grote retroreflecterende vlakken in combinatie met dunne retroreflecterende lijnen. Door deze laatste zijn goed de contouren van een mens waar te nemen (Fig. 2).

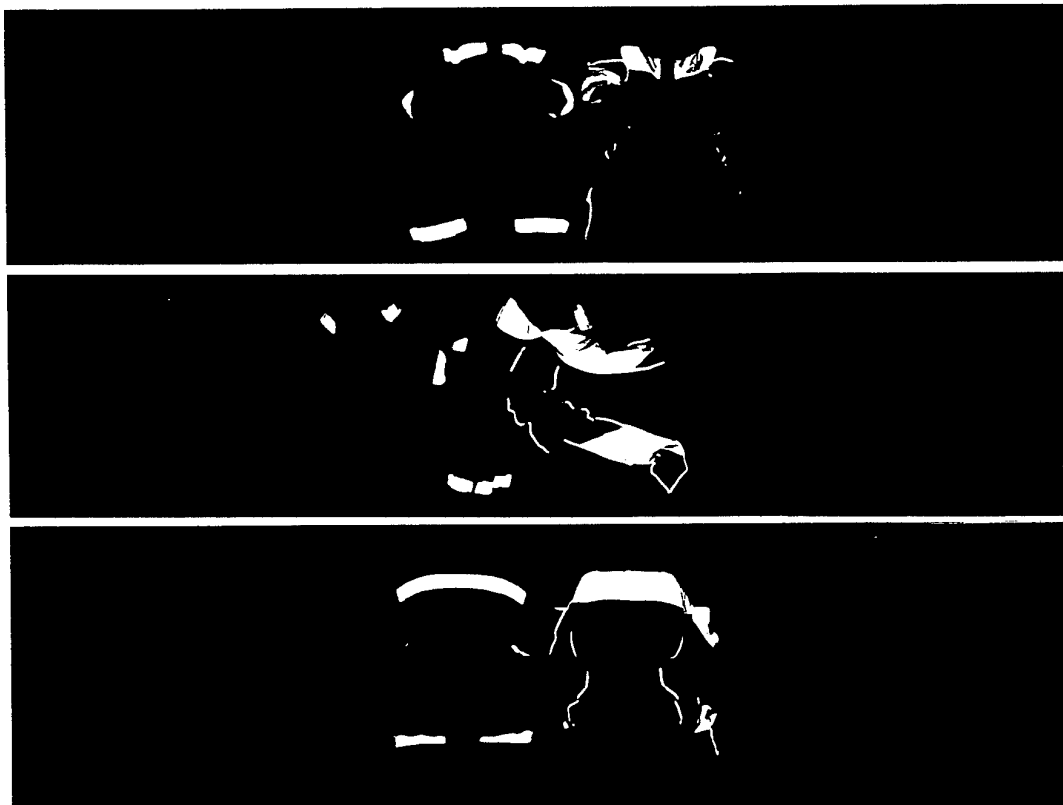


Fig. 2 Voor-, zij- en achteraanzicht van het BMW pak (rechts) naast het referentiepak (links) bij belichting onder een beeldhoek vergelijkbaar met die tussen de ogen van een automobilist en zijn koplampen op een afstand van 100 meter.

Een punt van kritiek is de asymmetrische verdeling van de retroreflectie op de mouwen en broekspijpen. Op de linkermouw is de retroreflectie minimaal, i.t.t. de rechtermouw (Fig. 3). Op de benen is het verschil minder. De asymmetrie is waarschijnlijk vanuit designoverwegingen aangebracht, maar komt de zichtbaarheid van links niet ten goede. Als

de asymmetrie zou worden aangehouden in deze mate, dan is het aan te bevelen deze om te keren. Op dit moment is de motorrijder het slechtste zichtbaar van de linkerzijde; de zijde die hem veelal voorrang zou moeten verlenen.



Fig. 3 Linker en rechter zijaanzicht van het BMW pak bij belichting onder een beeldhoek vergelijkbaar met die tussen de ogen van een automobilist en zijn koplampen op een afstand van 100 meter.

Bij het voor- en achteraanzicht is de ruimte onder het middel wat krap voorzien van retro-reflectie. Op de motor is dat van de voorzijde niet zo'n punt, daar de kuip van de motor dit toch afdekt. Toch is het aan te bevelen, met name voor de situatie dat men van de motor afstapt, op zijn minst de contourlijnen van de jas rond de zoom door te trekken.

8 CONCLUSIES

Het geteste BMW pak blijkt een kwalitatief zeer goed pak, dat echter voor continu gebruik als belangrijkste probleem in de regen een te hoge vochtopname door het buitenmateriaal heeft. Deze kan leiden tot overmatige afkoeling van de drager. Verbeterde waterafstotendheid van het buitenmateriaal en eventueel openingen bij de zoom voor de afvoer van water dat onder de buitenlaag komt kunnen hierin tot verbetering leiden. Met de huidige Z-liner constructie zal dit probleem echter altijd een rol blijven spelen. Alleen bij een gecoate of gelamineerde buitenlaag is deze wateropname sterk te verlagen (referentiepak).

Een tweede probleem bij de waterdichtheid vormt de halsafsluiting. De grote afdekflap sluit niet altijd goed af, hetgeen tot inregenen leidt. Een vaste kraag, of een verder doorlopende rits van de afdekflap, samen met een groter sluitbereik van het klitteband kan op dit punt een verbetering geven.

De koudebescherming van het pak was voor de testduur voldoende. Voor langdurig gebruik (werkdag) in extreme kou zal de onderkleding voor aanvullende isolatie moeten zorgen. Bij het uitreiken van de pakken moet erop gelet worden dat de pakken voldoende ruim zijn om extra onderkleding te dragen.

In de zomer zal het pak, mede door de vaste voering, als zeer warm ervaren worden. In de huidige constructie met een losse waterkerende Z-liner is hier weinig aan te doen omdat het aantal materiaallagen nauwelijks verminderd kan worden.

Het model van het pak en de plaatsing van de valbescherming lijkt goed. Kleine details kunnen nog verbeterd worden.

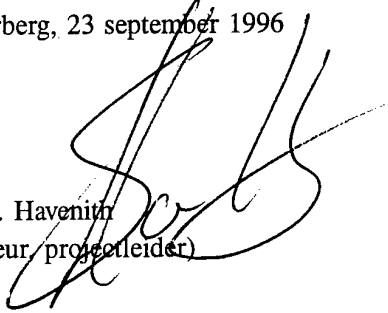
De opvallendheid is goed, zij het dat de verdeling van de retroreflectie over de zijkanten kan worden verbeterd.

REFERENTIES

- EN 471 (1994). *High visibility warning clothing*. Brussels: European Standard, CEN.
- Havenith, G. & Kistemaker, J.A. (1994). *Evaluatie van motorrijderskleding van de Koninklijke Landmacht en Koninklijke Marechaussee* (Rapport TNO-TM 1994 A-37). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Havenith, G., Heus, R., Wammes, L.J.A. & Kistemaker J.A. (1996). *Evaluatie van zes typen motorrijderspakken voor de krijgsmacht* (Rapport TM-96-C034). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 23 september 1996

Drs. G. Havenith
(1^e auteur/projectleider)



REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0178	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A038
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 789.2	5. CONTRACT NUMBER A96/KL/346	6. REPORT DATE 23 September 1996
7. NUMBER OF PAGES 17	8. NUMBER OF REFERENCES 3	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Beoordeling motorpak BMW ten behoeve van de Koninklijke Marechaussee (Evaluation of a BMW motorcycle suit for use by the Royal Netherlands Marechaussee)		
11. AUTHOR(S) G. Havenith and J.A. Kistemaker		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) By request of DMKL, department BVC&PGU, a motorcycle suit brand BMW, which was adapted for use by the Royal Netherlands Marechaussee, was tested for rain protection, cold protection (winter), heat load (summer), ergonomics and visibility. For this purpose the suit was exposed in a laboratory situation to rain combined with wind, to a climate of -8°C with wind, and to 27°C with sun respectively. It was also evaluated for ergonomic design and visibility by two experts. For reasons of comparability with earlier tests, a reference suit, which was not under consideration for procurement, was tested together with the BMW suit. The BMW suit appeared to be of very good quality. For continuous use, the major problem was the large water uptake of the suits outer layers. This can lead to strong cooling of the wearer. Improved water repellency and openings along the hem to let water escape from the space between outer layer and Goretex' liner may improve the situation. With the Z-liner construction used, this problem cannot completely be eliminated, however. Only a coated or laminated outer layer may succeed in this (as in the reference suit). A second problem with rain protection is the additional collar. This leaves too many openings, which results in water leakage into the suit. A large fixed collar, or a longer fixation zipper together with a wider overlap of the Velcro fastener should improve the water tightness. The cold protection of the suit was sufficient for the test duration. For longer exposures (working day) or colder climatic circumstances, additional undergarments are necessary. This should be considered when the users select the sizes. In warm circumstances the suit will be experienced as very warm, which is due to the fixed liner which prevents a reduction in thickness for summer use. Due to the use of the Z-liner construction, this problem is difficult to solve as the number of layers can hardly be reduced. The suits design and the location of the shock absorbers seems to be good. Small details can be improved. The suits visibility (day and night) is good, be it that the distribution of retro-reflective material over the two side areas can be improved.		
16. DESCRIPTORS Cold Ergonomics Motorcycle Clothing Protective Clothing Visibility		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda
- 9 t/m 14. Ing. J.M. de Koning, Hoofd Bureau Techniek, Dienst Materieel KL/BVC PGU,
Den Haag

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.